

시뮬레이션을 통한 AIN IP 시스템의 호처리용량 분석

서재준* · 최고봉** · 여건민*** · 전치혁***

Performance Analysis of an Intelligent Peripheral System in Advanced Intelligent Network

Jae-Joon Suh · Go-Bong Choi · Kun-Min Yeo · Chi-Hyuck Jun

〈Abstract〉

Intelligent Peripheral(IP) system is to provide specialized resource functions (SRF) such as playing announcement, collecting user information, and receiving messages in the Advanced Intelligent Network (AIN). We analyze the call processing capacity of an AIN IP system being developed in ETRI through an extensive simulation using SLAM II under a variety of AIN service scenarios. We consider televoting (VOT) and universal personal telecommunication (UPT) services which are to be provided at the first implementation of the AIN in Korea. As the performance criteria to determine the call processing capacity, processor utilization, delay and call loss probability are considered. It turns out that the major processor called SAMP is the bottleneck processor, the service response delay dominates the delay performance, and the call loss probability becomes the primary criterion in determining the call processing capacity of the AIN IP system. It is also shown that the call processing capacity of the AIN IP system is determined by the utilization of the processor and the delay performance when the VOT ratio is below 70 percent but it is determined by the call loss probability due to the lack of service channels for providing the SRF operations.

1. 서론

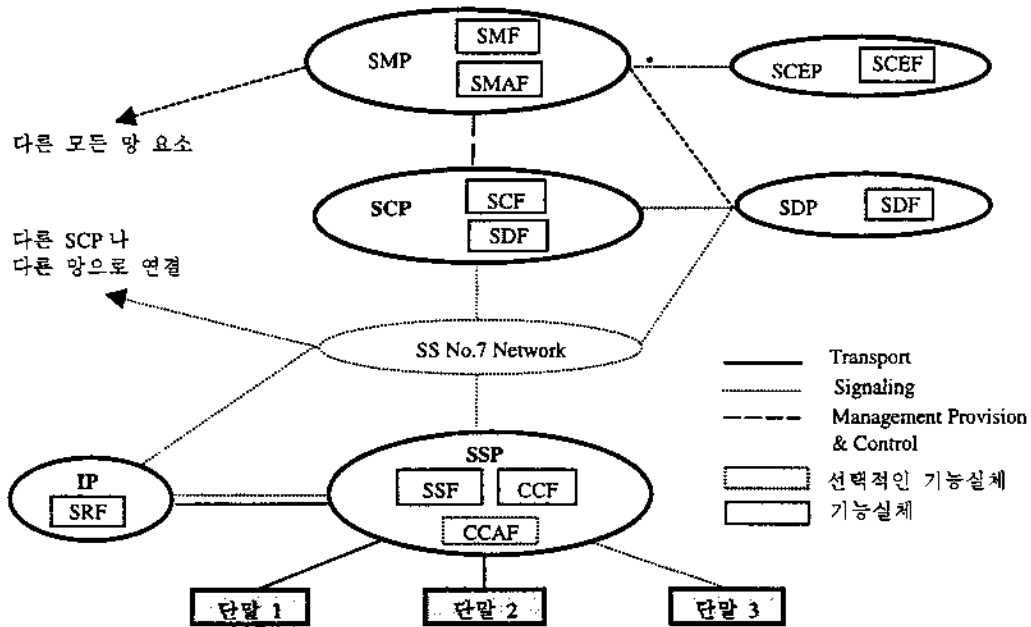
차세대 지능망(AIN: Advanced Intelligent Network)은 PSTN(Public Switched Telephone Network), ISDN(Integrated Services Digital Network) 등의 기존 통신망 구조와 독립적으로 전화투표, 개인종합통신, 신용통화, 광역착신과금 등의 지능망 서비스를 신속하고 용이하게 제공하기 위하여 고안된 구조적 개념으로, 서비스 제어 시스템(SCP: Service Control Point), 서비스 교환기(SSP: Service Switching Point) 및 지능형 정보 제

공 시스템(IP: Intelligent Peripheral; 이를 AIN IP 시스템이라 칭한다) 등의 주요 요소로 구성된다. 〈그림 1〉은 차세대 지능망의 구조를 보여주고 있는데 앞으로 AIN에서 제공하고자 하는 대부분의 서비스는 사용자 상호작용을 필요로 한다. 이 과정을 살펴보면 먼저 SSP에서 사용자(단말)로부터 서비스 요청을 인지하면 SSP는 SCP로 지능망 서비스 요청 오퍼레이션을 보내고, SCP는 해당 지능망 서비스 로직을 구동 시킨다. SCP는 서비스 로직 실행 시에 사용자로부터 추가 정보를 수집해야 할 경우 SSP에 AIN IP 시스템과의 연결을 요청하고, SSP

* 대전산업대학교 산업공학과

** 한국전자통신연구원 지능망시스템팀

*** 포항공과대학교 산업공학과



- CCAF: Call Control Agent Function
- CCF: Call Control Function
- SCEF: Service Creation Environment Function
- SCEF: Service Creation Environment Point
- SCF: Service Control Function
- SCP: Service Control Point
- SDF: Service Data Function
- SDP: Service Data Point
- SMAF: Service Management Access Function
- SMF: Service Management Function
- SMP: Service Management Point
- SRF: Specialized Resource Function
- SSF: Service Switching Function
- SSP: Service Switching Point

〈그림 1〉 차세대 지능망의 구조

는 AIN IP 시스템과 베어러(bearer) 채널을 연결한다. AIN IP 시스템은 SCP에게 SSP와의 베어러 채널 연결 완료를 통보하고, SCP로부터의 자원 제공 요청 오퍼레이션에 따라 사용자로부터 추가 정보를 수집한 다음 SCP로 수집된 정보를 보낸다[1].

앞에서 설명한 바와 같이 AIN IP 시스템은 차세대 지능망 서비스를 제공하기 위해 필요한 특수자원을 지원하는 시스템으로, SCP의 제어에 따라 SSP와 접속하여 특수자원을 이용한 오퍼레이션, 즉 SRF(Specialized Resource Function)를 수행함으로써 지능망 서비스의 한 기능을 담당하는 차세대 지능망의 한 구성요소이다.

일반적으로 통신시스템의 서비스 처리능력은 대상 서비스를 제공하기 위한 제어 프로세서의 메시지 처리능력과 실제로 통신 서비스 채널을 제공하는 가용 자원의 제공 능력으로 표현

할 수 있는데 전체적인 성능은 더 낮은 쪽의 성능에 좌우된다. 다시 말해서 어느 한쪽의 성능이 우수하다 해도 전체 시스템의 성능은 결국 더 낮은 쪽의 성능에 의해 결정되며 이 경우 성능이 낮은 쪽을 개선하든지 또는 필요없이 높은 성능을 가지는 것은 그 만큼 비용이 많이 들므로 오히려 성능을 낮추고 비용이 적게 드는 개발 구조로 가쳐야 할 것이다. 그러므로 통신시스템의 성능은 그 균형을 유지하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 시뮬레이션 모델을 통해 개발중인 AIN IP 시스템의 성능(호처리용량)에 영향을 주는 요소가 무엇인지 분석하고 성능을 개선하기 위한 방안을 제시하였다. 이를 위해 지능망 서비스중 일차적으로 AIN IP 시스템을 이용하여 제공할 예정인 전화투표(VOT: teleVOTing) 서비스와 개인종합통신(UPT: Universal Personal Telecommunication) 서비스를 대상으로 AIN IP 시스템의 호처리 용량을 분석하였다. AIN IP

시스템의 호처리 용량을 결정하기 위한 성능 기준으로는 프로세서 이용률, 지연시간, 그리고 서비스 채널의 호손실률을 고려한다.

서론에 이어 2절에서는 VOT 서비스와 UPT 서비스에 대해 간단히 설명하고 AIN IP 시스템의 구조와 특수자원을 기술한다. 3절에서는 AIN IP 시스템을 큐잉 네트워크로 모델링하고 시뮬레이션에서 사용될 입력 파라미터와 용량을 결정하기 위한 IP 시스템의 성능 기준을 기술한다. 4절에서는 AIN IP 시스템의 성능을 결정하는 요소가 무엇인지 분석하고 VOT/UPT의 다양한 서비스 비율에 따라 성능 기준을 만족시키는 호처리 용량을 산출한다. 끝으로, 5절에서는 성능 개선 방향을 제안하고 결론을 맺는다.

2. 지능망 서비스와 AIN IP 시스템 구조

2.1 지능망 서비스

앞에서 언급하였듯이 본 논문에서는 전화투표 서비스와 종합개인통신 서비스의 두 가지 지능망 서비스만을 대상으로 한다.

전화투표(VOT) 서비스

VOT 서비스를 이용하여 서비스 가입자는 공공 의견, 선거 후보자의 TV 토론중의 지지도, 새로운 광고에 대한 효과 등을 조사할 수 있다. 서비스의 이용 형태에 따라 단순형, 비광고형, 일반형 등이 있는데, 먼저 단순형 VOT 서비스는 여러 개의 선택사항 중에서 하나를 선택하게 하는 방식으로서 IP의 안내방송 없이 SSP와 SCP를 이용하여 제공할 수 있다. 한편 비광고형의 경우 서비스 가입자는 특정 광고 없이도 여론 조사를 할 수 있는데, 직접 또는 간접적으로 특정 그룹의 전화 번호를 SCP 데이터베이스에 입력함으로써 자동적으로 해당 번호로 다이얼하여 특정 그룹에 대한 여론 조사를 실시할 수 있다. 마지막으로 일반형 서비스에서는 서비스 가입자에게 하나 혹은 여러 개의 번호를 부여한 후, 서비스 이용자가 호를 시도하여 안내방송을 청취한 후 이용자의 취향에 따라 번호를 선택하면 일정기간 동안의 각 선택에 대한 통계 결과를 통신사업자가 서비스 가입자에게 알려주는 형태의 서비스를 제공한다. 이 방식은 많은 수의 질문이 필요한 앙케이트 조사, 신상품에 대한 인지도 조사 등에 활용할 수 있는 서비스 형태이다.

VOT 서비스에서는 일시적으로 서비스 가입자에게 전화투표용 단일번호, 혹은 여러 개의 번호를 부여한 후, 서비스 이용자가 이 특정번호로 호를 시도하면 이 번호에 대한 안내방송을 제공한 후 호시도 횟수를 누계한다. 전화 투표가 종료된 후, 또는 주기적으로 망 운용자는 각 번호에 대한 호시도 횟수의 통계 결과를 서비스 가입자에게 제공한다. 한 서비스 가입자에서 본 서비스가 종료되면 이 특정번호들은 다른 서비스 가입자에게 추후 재활당될 수 있다

종합개인통신(UPT) 서비스

UPT 서비스는 망 독립 번호인 개인 고유 번호를 사용하는 이동 통신 서비스로, 각 UPT 이용자는 망의 종류에 관계없이 개인 번호를 사용하여 호를 발신 또는 수신할 수 있으며, 개별적으로 가입한 세부 서비스들을 이용할 수 있다. 이러한 서비스는 UPT 이용자가 공중, 개인, 임의의 단말, 고정망, 또는 이동망 등 망이나 단말의 종류에 관계없이 서비스를 이용할 수 있는 개인 이동성(personal mobility)을 제공하는데, 이 때 망 운용자에 의한 요구 사항, 단말 능력, 망 능력 등에 따라 서비스 영역이 제한될 수 있다.

유선 UPT 서비스에서는 서비스 이용자가 등록(registration), 해제(deregistration), 출호(outgoing call), 입호(incoming call)의 네 종류의 세부 서비스를 제공받을 수 있다. 등록은 UPT 이용자가 자신에게 착신되는 호를 특정 단말로 라우팅하기 위한 착신 주소 혹은 특정 단말을 자신의 전용 단말로 사용하기 위한 발신 주소를 UPT 프로파일에 저장하는 절차이다. 또한 등록 절차를 이용하여 UPT 이용자는 자신의 개인 번호를 인증하기 위한 목적으로 서비스 가입 시에 등록된 기본적인 특수 번호(예를 들면 비밀 번호)를 등록 혹은 변경할 수 있다. 해제는 UPT 프로파일에 저장된 등록 정보를 해제하고 서비스로 직을 구동할 때 서비스 가입 시에 등록된 기본적인 정보를 적용하도록 하는 절차이다. 출호는 UPT 이용자가 인증 절차를 거친 후 자신의 개인 번호를 이용하여 원하는 상대와 통화할 수 있는 절차이다. 입호는 UPT 이용자에게 입호되는 호를 UPT 프로파일에 등록된 착신 주소로 연결해 주는 절차이다.

2.2 AIN IP 시스템 구조 및 특수자원

AIN IP 시스템 내에서 지능망 서비스를 제공하기 위한 일련의 과정은 통신망 정합, SRF 제어, 그리고 특수자원 제어 기능들로 이루어지는데 <그림 2>는 이런 기능적인 구성요소

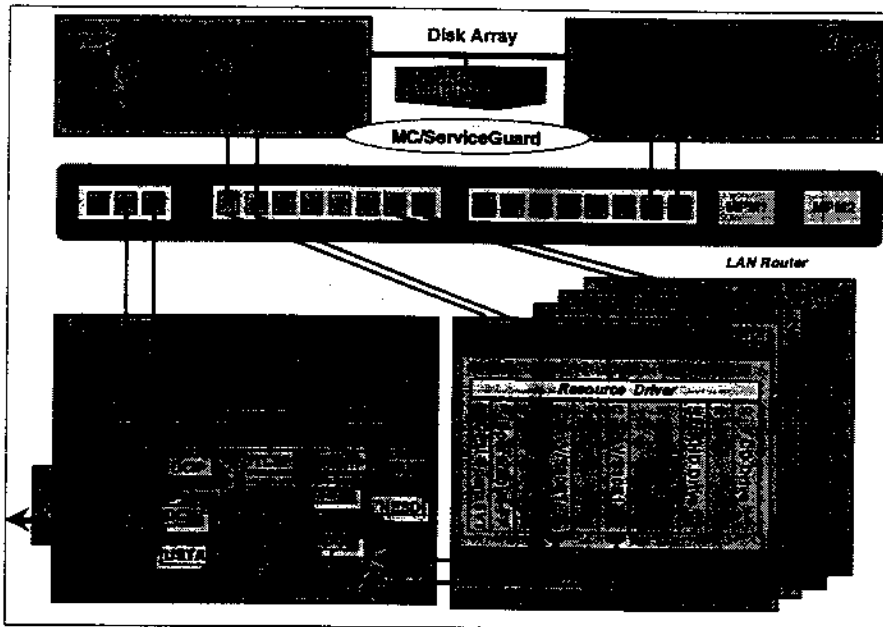
들을 효과적으로 분산 배치시킨 AIN IP 시스템의 물리적 구조를 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 AIN IP 시스템은 SRS(Specialized Resource Switch), SRMP(Specialized Resource Main Processor), SRU(Specialized Resource Unit)의 세 서브시스템으로 구성되어 있다.

SRS는 SSP 및 SCP와의 통신망 정합 기능을 주로 담당하는 서브시스템으로 SSP 교환기와는 ISUP(ISDN User Part) 신호 방식을 사용하여 메시지를 주고 받으며 SCP와는 지능망 응용 프로토콜(Intelligent Network Application Protocol: INAP)을 이용하여 메시지를 주고 받는다. SRMP는 AIN IP 시스템의 특수자원 기능을 제공하기 위한 SRF 제어 로직을 포함하며 시스템 내부 동작을 제어한다. 통신망 정합부(SRS)를 통해서 SSP 또는 SCP로부터 수신하는 오퍼레이션을 해석하고, 특수자원의 상태 관리를 통해 가용한 특수자원을 선택한 다음 해당 오퍼레이션을 실행하며 사용자로부터 수집된 정보를 통신망 정합부를 통하여 SCP로 송신한다. SRU는 SRF 제어 로직에 따라 안내방송, DTMF(Dual Tone Multi-Frequency) 디지털 수신, 음성 녹음/합성/인식 등의 특수자원을 제공하는 기능을 담당한다. SRU 서브시스템은 4개의 SRU 모듈까지 수용할 수 있으며 각 모듈은 8 E1 링크를 수용할 수 있다. 따라서 SRU 서브시스템은 총 32 E1 링크까지 수용할 수 있는데 이

중에서 2 E1은 No.7 신호용으로 할당하고, 각 E1 링크에서 두 개의 채널은 신호용으로 할당된다. 하나의 E1 링크는 32 채널을 제공할 수 있으므로 IP 시스템에서 SRF를 제공하기 위해 가용한 내부 서비스 채널 수는 최대 900 채널(30E1링크x30채널/E1링크)이 된다.

SRS내에서 프로세서간 통신은 Global Bus를 이용하여 메시지를 주고 받으며 각 서브시스템간의 메시지 교환은 LAN Router를 통해 이루어지는데 SRS와 Router간 전송속도는 10 Mbps이고 SRMP/SRU와 Router간 전송속도는 100 Mbps이다. 기타 각각의 서브시스템은 시스템의 운용관리 및 유지보수 기능, 운용자와 시스템간의 대화창구를 제공하기 위한 운용자 정합기능, 시스템의 상태 파악 및 성능평가 자료를 수집하기 위한 측정 및 통계기능, 시스템의 구성 및 특수자원의 상태 데이터에 대한 조회 및 변경 기능을 위한 데이터베이스 관리기능을 수행한다.

위에서 설명한 바와 같이 IP시스템의 역할은 SCP의 요청에 따라 보유한 특수자원들을 이용하여 서비스 이용자에게 SRF 서비스를 제공하는 것이다. '98년 말부터 상용화할 예정인 차세대 지능망 서비스의 초기 단계에서는 CS-1만 고려하므로 음성인식/합성은 일단 제공하지 않고 고정형 및 편집형 녹음안 내, DTMF 수집, 음성녹음만 제공할 예정이다. 따라서 초기



〈그림 2〉 AIN IP 시스템 구조

AIN IP 시스템에서 수행할 SRF 서비스는 음성안내 서비스 (PA: Play Announcement), 음성안내후 디지털 수집 서비스 (PCUI: Prompt and Collect User Information), 음성안내후 음성녹음 서비스(PRM: Prompt and Receive Message) 등이다.

3. AIN IP 시스템의 시뮬레이션 모델

3.1 지능망 서비스의 트래픽 특성

AIN IP 시스템에서는 VOT 서비스와 UPT 서비스만을 고려하며 각 서비스의 도착간격은 지수분포를 따른다고 가정한다. VOT 서비스의 경우, 가입자 서비스 시나리오는 처음 가입할 때 외에는 거의 발생하지 않으므로 고려하지 않으며, 이용자 시나리오중 그 서비스 특성상 한꺼번에 몰려드는 광고형 VOT 서비스는 IP에서 수용하지 않고 여론조사 또는 앙케이트 조사 등에 주로 이용되는 비광고형 또는 일반형 VOT 서비스만 수용한다고 가정한다. VOT 서비스는 2회의 PA 오퍼레이션과 평균 5회의 PCUI 오퍼레이션이 소요된다고 가정한다.

UPT 서비스 경우, 이용자 서비스를 90%, 가입자 서비스를 10%로 예상하는데 이용자 서비스 시나리오에서는 한번의 PA 오퍼레이션이 필요하며 그 중 10%가 PRM 오퍼레이션을 요구할 것으로 예상된다. 또한 가입자 서비스 시나리오의 경우 평균 4회의 PCUI 오퍼레이션이 필요하며 마찬가지로 10% 정도의 가입자가 PRM 오퍼레이션을 요구할 것으로 예상된다.

〈표 1〉은 각각의 지능망 서비스에 대한 서비스 시나리오를 근거로 예상한 SRF 오퍼레이션의 평균 소요횟수 및 평균 채널 점유시간을 보여주고 있다[2].

〈표 1〉 지능망 서비스별 SRF 오퍼레이션 소요횟수 및 점유시간

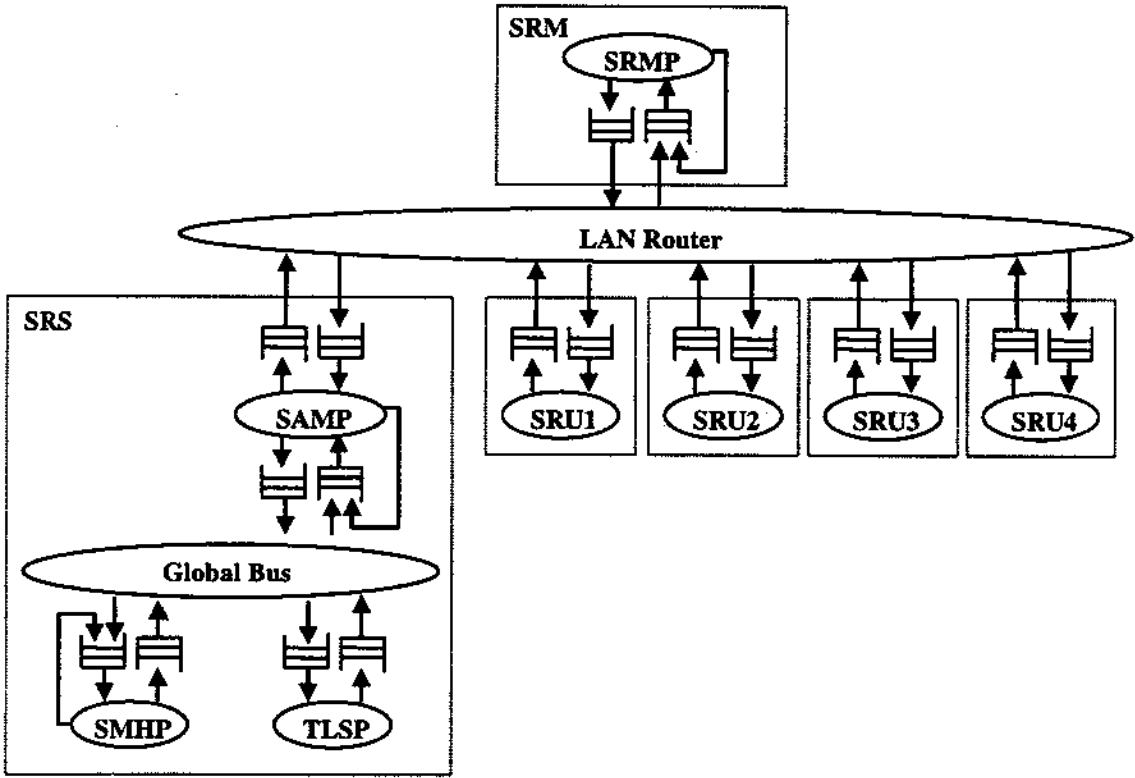
지능망 서비스	SRF 오퍼레이션	소요 횟수	점유 시간
VOT	PA	2 회	15 초
	PCUI	5 회	30 초
UPT	PA	1 회	10 초
	PCUI	4 회	20 초
	PRM	1 회	30 초

3.2 대기모형 및 호처리과정

AIN IP 시스템은 〈그림 3〉과 같이 호처리나 특수자원 제공을 위한 프로세서들과 이들을 연결하는 Global Bus와 LAN Router로 구성된 대기시스템으로 모형화할 수 있다. 본 논문에서 각 프로세서의 기능 등에 대한 자세한 설명은 편의상 생략한다. SCP에서 지능망 서비스 로직을 구동시킬 때 SCP에서는 IP시스템에 메시지를 보내 필요한 작업을 수행할 수 있도록 하고 IP시스템에 들어온 메시지는 IP시스템을 구동하기 위한 정해진 순서로 프로세서를 돌아다니며 작업을 수행하게 된다. 메시지가 프로세서에 도착하였을 때에는 우선 입력버퍼에서 대기하다가 6 msec 또는 8 msec마다 발생하는 인터럽트에 의해서 프로세서에 들어가 서비스를 받게 된다. 메시지의 크기는 수행되는 작업에 따라 변하며 byte의 단위로 정해지고, 버퍼에 크기에 제한이 있어서 버퍼에서 메시지가 손실될 수도 있다. 인터럽트에 의해서 프로세서로 진입한 여러 메시지들은time-sharing의 방법으로 동시에 서비스를 받게 된다.

IP 시스템에서 호처리 절차는 크게 SSP와 IP간 호 설정, SRF 오퍼레이션 처리 및 호해제 과정으로 구분할 수 있다. 호 설정 단계는 IP 시스템내의 서비스 채널 및 특수자원의 가용 여부를 검토하여 가용하면 SRS의 T-SW를 연결한 후 SSP와 IP간 베리어 채널을 설정하는 단계이다. SRF 오퍼레이션 처리 단계에서는 호설정이 이루어진 후 SCP의 요청에 따라 필요한 SRF 오퍼레이션을 제공하며 이 때 서비스 채널 할당은 호손실 확률을 고려하여 가용 채널이 가장 많이 남아 있는 SRU 모듈의 서비스 채널을 할당한다고 가정하였으며 할당된 서비스 채널은 호가 해제될 때까지 그대로 유지된다. 필요한 모든 SRF 오퍼레이션이 끝나면 호해제 절차가 이루어지는데 호해제 절차는 발신측, 즉 SSP에서 시작한다고 가정하였다.

프로세서에서의 메시지 처리과정은 크게 IPC(Inter-Process Communication) 단계와 응용 프로그램 단계로 나눌 수 있는데 IPC 단계에서는 응용프로그램 인터페이스, 메시지 부팅, Priority Queue 운영, 윈도우 관리 및 외부와의 메시지 송수신 가능 등을 수행한다. 응용 프로그램 단계는 RQ(Ready Queue)에 있는 메시지를 처리하는 과정으로서 OS Primitive, DB 액세스 그리고 응용프로그램을 수행한다. 〈그림 4〉는 IP 시스템에서 주 프로세서인 SAMP에서의 메시지 처리 및 메시지 송수신 과정을 보여주고 있는데, 다른 프로세서에서 SAMP로 수



〈그림 3〉 AIN IP 시스템의 큐잉 네트워크 모델

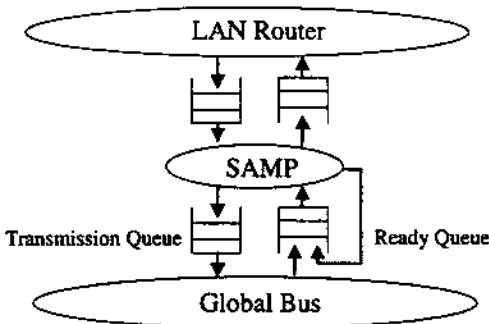
신되는 메시지는 Global Bus를 통해 일단 Ready Queue에 쌓이게 되며 IPC 단계 및 응용프로그램 단계를 거쳐 처리된다. 6 msec 마다 인터럽트에 의해서 처리된 메시지가 다른 프로세서로 송신될 때는 TQ(Transmission Queue)에 쌓였다가 Global Bus를 통해 전송되며, 처리된 메시지가 SAMP내

의 다른 블록에서 계속 처리되어야 할 때는 송신 메시지가 다시 Ready Queue에 쌓였다가 같은 처리과정을 밟게된다.

3.3 입력 파라미터

〈표 2〉는 기존의 유사한 시스템인 TDX-10 ISDN 교환기와 CMS-MX 교환기의 측정자료를 이용하여 추정된 각 프로세서의 응용 프로그램 수행시간과 IPC 송수신 시간을 보여주고 있다. 표에서 SAMP, SRMP 및 SRU에서의 응용프로그램 수행 시간은 프로세서에서의 메시지 처리내용을 감안하여 메시지를 5등급으로 분류하고 등급별로 가중치를 부여하는 방식으로 산출하였다[3].

IPC 네트워크에서 프로세서 상호간에 교환되는 IPC 메시지의 전송시간과 LAN Router에서의 전송시간은 메시지의 길이에 따라 전송속도에 따라 달라지는데 각각의 메시지 길이는 여기서 생략한다. 기타 시뮬레이션에 사용된 AIN IP 시스템의 입력 파라미터를 정리하면 〈표 3〉과 같다.



〈그림 4〉 SAMP에서의 메시지 처리과정

3.4 AIN IP 시스템의 성능기준

AIN IP 시스템의 호처리용량을 결정하기 위한 성능 기준으로는 프로세서 이용률, 호손실확률 기준과 IP 응답시간에 대한 지연시간 기준을 적용하였다. IP 응답시간은 SSP(또는 SCP)로부터 메시지의 마지막 비트를 수신한 순간부터 대응되는 응답 메시지의 마지막 비트를 송출할 때까지의 시간으로 정의되며 호요구응답 지연, 서비스응답지연, 사용자정보 전달시간, 호해제 지연과 같은 항목이 있다. 성능기준을 정리하면 다음과 같으며, 각 지연시간 항목별 목표치는 <표 4>에 나타내었다.

- 프로세서 이용률 (processor utilization)
시스템이 안정한 상태에서 운용될 수 있도록 유지보수, 관리등의 기능을 감안하여 호처리를 위한 프로세서의 이용률은 90%이하로 유지되도록 한다.
- 호손실확률 (call loss probability)
AIN IP 시스템에서 자원을 제공할 내부 채널이 없어서

서비스를 제공하지 못할 확률로 정의되며 10⁻⁵이하여야 한다.

- IP 응답 지연시간 (IP response delay)
 - 호요구응답 지연(call response delay): 저능망 서비스를 제공하기 위해 SSP로부터 IAM 메시지를 수신한 순간부터 시스템의 내부채널 및 자원상태를 확인하여 SSP에 ACM 메시지를, 또는 SCP에 ARI 메시지를 송출할 때까지의 지연시간으로 정의된다.
 - 서비스응답 지연(service response delay): SCP로부터 SRF 오퍼레이션 수행요구 메시지를 수신한 순간부터 T-SW 및 내부 서비스 채널을 설정하여 SSP에 ANM 메시지를 송출할 때까지의 지연시간으로 정의된다.
 - 사용자정보 전달시간(user information transfer delay) 사용자로부터 정보가 수집된 순간부터 사용자 정보를 전달하기 위한 해당 메시지(SRR, CUI, 또는 MR)를 송출할 때까지의 지연시간으로 정의한다.
 - 호해제 지연(release delay): SSP로부터 REL 메시지를

<표 2> 응용프로그램 수행시간 및 IPC 메시지 송수신 시간

프로세서				응용프로그램 수행시간(msec)
SAMP SRMP SRU	등급	처리내용	가중치	
	1	receive-system status-send	1	3.3110
	2	receive-local data-send	0.6	1.9866
	3	receive-DB acces-send	0.4	1.3244
	4	receive-send	0.3	0.9933
	5	receive	0.2	0.6622
SMHP				1
TLSP				2.8731
IPC 메시지 송/수신				0.1496

<표 3> 기타 시뮬레이션 입력 파라미터

항 목	값	항 목	값
가용 서비스 채널 수	900 채널	버퍼 크기	8 Kbytes
Lan Router 전송속도		Global Bus	
- SRS-Router간	10 Mbps	- 전송속도	4 Mbps
- SRMP-Router간	100 Mbps	- switch-over	1 μsec
- SRU-Router간	100 Mbps	- intergap	32~128 clocks

수신한 순간부터 RCL 메시지를 보낼 때까지의 지연시간으로 정의한다.

〈표 4〉 IP 응답 지연시간 항목별 목표치

지연시간 항목	목표치 (msec)
호요구응답 지연	197
서비스응답지연	197
사용자정보 전달시간	247
호해제 지연	285

4. AIN IP 용량 및 성능 분석

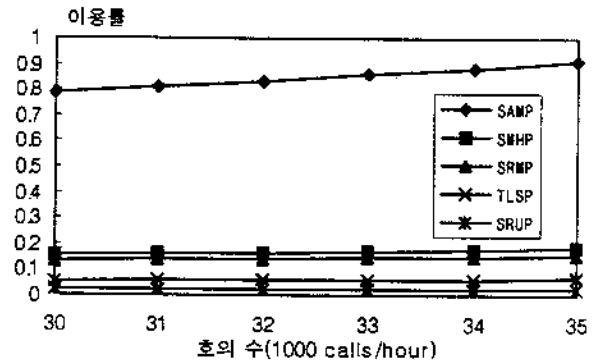
AIN IP 시스템의 호처리용량은 3.4절에서 기술한 모든 성능 기준을 만족하면서 시스템에서 처리할 수 있는 단위시간당 지능망 서비스 호 수이다. 즉 시스템을 안정적으로 운용할 수 있도록 모든 프로세서의 호처리를 위한 이용률이 90% 이하로 유지되고 모든 IP 응답 지연시간 항목별 목표치를 만족하며 또한 호손실 확률이 10^{-5} 이하가 되는 최대 입력부하를 추정하는 것이다. 이를 위해 3장에서 기술한 지능망 서비스의 트래픽 특성 및 메시지 처리 절차에 따라 4.1절에서 4.3절의 시뮬레이션 분석 과정을 거쳐 4.4절에서 최종적인 AIN IP 시스템의 호처리 용량을 산출하고 그 결과를 분석하였다.

각각의 시뮬레이션에서 시스템의 안정상태(steady state) 여부를 판단하기 위해 프로세서의 이용률과 RQ에서의 대기시간을 관찰하였는데 대략 1만 호가 처리된 후 안정상태에 접어드는 것으로 판단되었다. 그러나 보다 확실한 안정상태를 위해 10만 호가 진행된 후의 데이터를 수집하였으며 또한 통계적 의미를 가질 수 있도록 매 시뮬레이션마다 100만 호에 대한 데이터를 분석하였다. 시뮬레이션에서 사용한 언어는 정보통신 네트워크 분석에 많이 이용되는 SLAM III(4)를 이용하였다.

4.1 프로세서 이용률 분석

AIN IP 시스템의 호처리용량을 결정하는 첫번째 요소로 프로세서의 이용률을 들 수 있다. 호처리를 위한 메시지 부하가 어느 프로세서에 가장 많이 걸리는지, 즉 메시지 흐름의 병목 현상을 야기시키는 프로세서가 무엇인지를 알아보기 위해 입력부하에 따른 각 프로세서의 이용률을 살펴보았다. 〈그림 5〉는 VOT/UPT 서비스의 비율이 10:90일 때 입력부하(단위시간

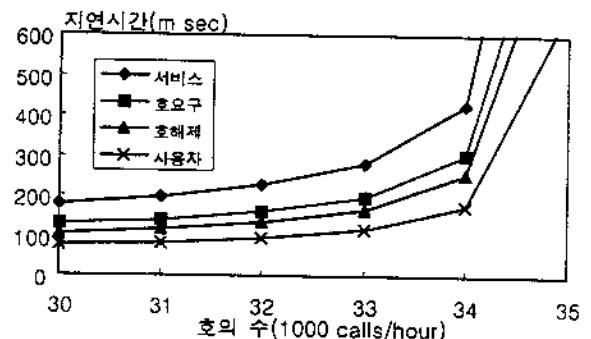
당 호수)에 따른 각 프로세서의 이용률을 보여주고 있는데 SAMP의 이용률이 다른 프로세서의 이용률보다 현저히 높은 것을 볼 수 있다. 이것은 IP 시스템에서 SAMP가 병목현상을 야기하는 프로세서임을 보여 주는 것으로, 프로세서의 이용률만을 기준으로 할 때 IP 시스템의 호처리 용량은 SAMP의 이용률에 의해 결정된다는 것을 의미한다. 〈그림 5〉에서 VOT와 UPT 서비스의 비율이 10:90일 때 SAMP의 이용률은 33,000 calls/hour 근처에서 90%에 이르고 있음을 볼 수 있다.



〈그림 5〉 프로세서의 이용률

4.2 IP 응답 지연시간 분석

AIN IP 시스템의 호처리용량을 결정하는 또 다른 요소는 IP 시스템의 응답 지연시간이다. 〈그림 6〉은 VOT/UPT 비율이 10:90일 때 IP 응답 지연시간 항목들의 입력부하에 따른 평균 지연시간들을 보여주고 있는데 〈표 4〉의 IP 응답 지연시간 기준을 고려할 때 서비스응답 지연이 지연시간 목표치에 가장

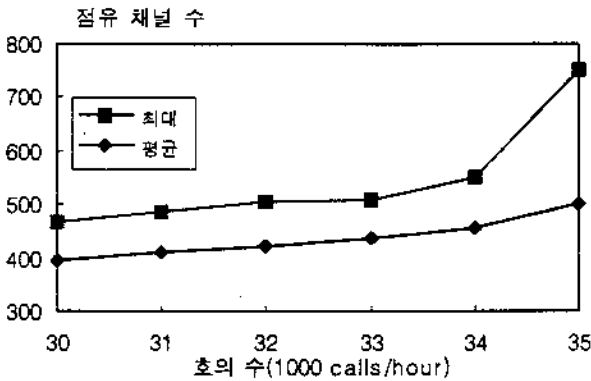


〈그림 6〉 입력 부하에 따른 평균 지연시간

먼저 도달할 것임을 알 수 있다. 따라서 지연시간을 기준으로 한 호처리용량은 서비스 응답 지연에 의해 결정된다는 것을 의미한다. VOT/UPT의 비율이 10:90일 경우, 그림에서 보듯이 34,000 calls/hour에서 지연시간이 급격히 증가하므로 지연시간 기준에 의한 호처리용량은 34,000 calls/hour 근처에서 결정될 것이다.

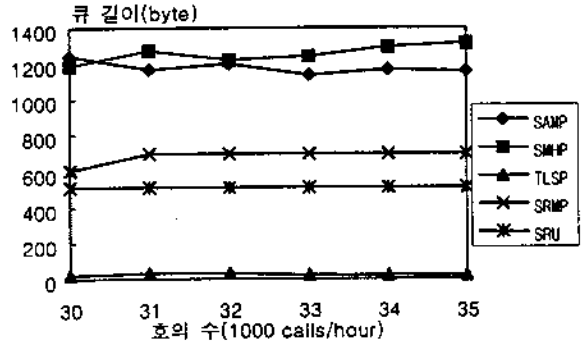
4.3 호손실에 대한 분석

IP 시스템내에서 호손실은 가용자원이 없거나, 또는 각 프로세서의 버퍼 용량이 초과되어 메시지가 손실될 때 발생한다. <그림 7>은 가용자원의 부족으로 인한 호손실의 여부를 알아보기 위해 VOT/UPT 서비스 비율이 10:90일 때 입력부하에 따른 서비스 채널의 평균 및 최대 점유수를 보여주고 있다. 그림에서 보듯이 35,000 calls/hour 이하에서의 최대 서비스 채널 점유수는 800채널 이하이므로 호손실은 없는 것으로 나타났다. 그러나 호당 채널 점유시간이 긴 VOT 서비스의 비율이 증가함에 따라 호손실이 발생할 수 있으며 이 경우 모든 성능기준을 고려한 최종적인 시스템의 호처리용량은 호손실 기준에 의해 결정될 것이다.



<그림 7> 입력부하에 따른 서비스 채널 점유수

한편, 프로세서 버퍼의 용량초과로 인한 호손실을 살펴보기 위해 가장 메시지가 많이 쌓이는 프로세서의 입력 큐 길이를 살펴보았다. <그림 8>은 VOT/UPT 서비스 비율이 10:90일 때 입력부하에 따른 각 프로세서의 최대 입력 큐 길이를 보여주고 있다. 버퍼 용량은 8 Kbytes인데 그림에서 보듯이 입력 큐의 길이가 1.4 Kbytes를 넘지 못하고 있으므로 버퍼의 overflow로 인한 호손실은 거의 발생하지 않을 것으로 판단된다.



<그림 8> 입력부하에 따른 최대 입력 큐의 길이

4.4 호처리용량 산출 및 결과 분석

지금까지 살펴본 분석 과정을 통해 프로세서의 이용률 기준 (90% 이하), 지연시간 기준 및 호손실을 기준(10⁻⁵ 이하)을 적용하여 다양한 VOT/UPT 비율에 대한 AIN IP 시스템의 호처리용량을 구하면 <표 5>와 같으며 <그림 9>는 VOT 서비스의 비율에 따른 최종적인 호처리용량을 그래프로 보여주고 있다.

<표 5>에서 VOT 서비스의 비율이 70%일 경우 프로세서 이용률 기준에 의한 용량과 지연시간 기준에 의한 용량은 나타나 있지 않다. 이것은 VOT 서비스의 비율이 70%를 넘을 경우 호손실에 의해서 프로세서의 이용률이 90%까지 도달하지 못하며 또한 IP 응답 지연시간도 항상 기준을 만족하므로 용량을 산출할 수 없기 때문이다.

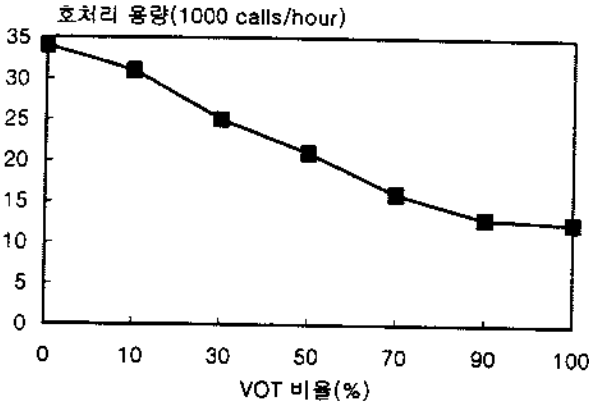
VOT/UPT 서비스의 비율에 따라 최종적인 AIN IP 시스템의 호처리용량은 모든 성능 기준을 만족해야 하므로 각각의 성능기준에 의한 용량중 가장 낮은 값으로 결정하여야 할 것이다. 즉 VOT/UPT 서비스의 비율이 0:100인 경우의 예를 들면, 프로세서 이용률 기준에 의한 용량은 37,000 calls/hour이고 지연시간 기준에 의한 용량은 34,000 calls/hour이며 호손실을 기준에 의한 용량은 43,000 calls/hour이므로 최종적인 AIN IP 시스템의 호처리용량은 34,000 calls/hour로 결정된다.

위의 <표 5>와 <그림 9>를 이용하여 VOT 서비스와 UPT 서비스에 대한 AIN IP 시스템의 호처리용량을 분석해 보면, AIN IP 시스템의 호처리용량은 VOT 서비스가 차지하는 비율이 높아질수록 점점 낮아지는 것을 볼 수 있다. 특히 VOT 서비스의 비율이 낮을 경우, 프로세서의 처리능력(프로세서의 이용률 또는 지연시간)에 의해 호처리용량이 결정되다가 VOT 서비스의 비율이 70%에 이르면 서비스 채널(호손실률)의 트

〈표 5〉 AIN IP 시스템의 호처리 용량

VOT/UPT 비율(%)	이용률 기준 호처리용량	지연시간 기준 호처리용량	호손실률 기준 호처리용량	용량 결정 기준 지표
0 : 100	37,000	34,000*	43,000	지연시간
10 : 90	33,500	31,000*	37,000	지연시간
20 : 80	31,000	28,000*	35,000	지연시간
30 : 70	28,500	25,000*	31,000	지연시간
40 : 60	26,000	22,000*	28,000	지연시간
50 : 50	24,500	21,000*	24,000	지연시간
60 : 40	23,000	19,000*	21,000	지연시간
70 : 30	-	-	16,000*	호손실률
80 : 20	-	-	15,000*	호손실률
90 : 10	-	-	13,000*	호손실률
100 : 0	-	-	12,500*	호손실률

* 모든 기준을 만족시키는 최종 호처리용량



〈그림 9〉 VOT 서비스 비율에 따른 호처리용량

래픽 처리능력이 전체적인 시스템 성능을 결정하는 지표가 되고 있음을 보여주고 있다. 이것은 VOT 서비스가 UPT 서비스에 비해 더 많은 SRF 오퍼레이션을 요구함으로써 프로세서의 메시지 처리에 더 많은 부하를 주기도 하지만 그보다 서비스 채널의 점유시간이 상대적으로 훨씬 더 길기 때문에 VOT 서비스의 비율이 증가할수록 서비스 채널의 부족으로 인한 호손실률이 급격히 증가하기 때문이다.

5. 결론

AIN IP 시스템의 호처리 용량을 산출하기 위한 성능 기준으로 프로세서의 이용률, 지연시간 및 호손실률을 고려하였는데, 프로세서의 이용률 측면에서는 SAMP가 가장 부하가 많이 걸리는 것으로 파악되었고, 지연시간 기준에서는 서비스 응답 지연시간이 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 호손실률은 지능망 서비스의 서비스 채널 점유시간과 관련된 성능 지표로 VOT 서비스와 UPT 서비스를 대상으로 할 경우 VOT 서비스의 비율이 높을수록 호손실률은 당연히 커진다.

결론적으로 AIN IP 시스템의 호처리용량은 대상 지능망 서비스의 트래픽 특성에 따라 달라지는데 VOT 서비스와 UPT 서비스를 대상으로 한 분석한 결과, VOT 서비스의 비율이 낮은 경우, IP 시스템의 호처리용량은 프로세서의 처리능력에 의해 결정되며 서비스 채널은 여유가 있는 것으로 나타났다. 그러므로 VOT 서비스의 비율이 낮은 경우, AIN IP 시스템의 호처리용량을 증가시키기 위해서는 프로세서의 부하를 줄일 수 있도록 메시지 처리절차를 개선하든지 또는 프로세서, 특히 부하가 많이 걸리는 것으로 나타나는 SAMP의 부하를 분산시키거나 프로세서 자체의 메시지 처리능력을 향상시키는 방안이 강구되어야 할 것이다. 프로세서의 부하를 줄이거나 메시지 처

리능력을 개선함으로써 AIN IP 시스템의 호처리용량은 VOT/UPT 서비스 비율이 10:90일 경우, <표 5>에서 보는 바와 같이 최대 37,000 calls/hour까지 증가시킬 수 있을 것이다. 한편, VOT 서비스의 비율이 60% 이상으로 높을 경우, 전체 호처리용량은 호손실을 기준에 의해 결정되므로 호처리용량을 개선하기 위해서는 서비스 채널을 늘려야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 최고봉, 송희현, 윤병남, "지능형 정보제공 시스템의 개념 모델 및 구조설계," 제2회 차세대 지능망 학술대회(AIN'96) 논문집, 아산시 온양그랜드파크호텔, pp.64~69, 1996.
- [2] 서재준, 최고봉, "IP 시스템의 트래픽 처리용량에 따른 SSP-IP 연결 구성 방안," 제3회 차세대 지능망 학술대회(AIN'97) 논문집, 전주시 리베라호텔, pp. 128~132, 1997.
- [3] 장희선, 서재준, 임석구, 유재훈, 정대권, "트래픽 유형을 고려한 개인통신 교환기의 호처리 및 이동성처리용량 분석," 제6회 통신정보 합동학술대회(JCCI'96) 논문집, 광주시 신양파크호텔, pp. 38~42, 1996.
- [4] Pritsker, A. Alan B., Introduction to Simulation and SLAM II, Third Edition. Systems Publishing Corporation, 1986.



최고봉
 1980년 경북대학교 전자공학과 학사
 1982년 경북대학교 전자공학과 석사
 1995년 성균관대학교 전자공학과에서 공학박사
 현 재 한국전자통신연구원 지능망시스템팀장
 관심분야 지능망 시스템 구현 및 성능분석, B-ISDN, 멀티미디어 통신



여건진
 1995년 포항공과대학교 산업공학과 학사
 1997년 포항공과대학교 산업공학과 석사
 현 재 포항공과대학교 산업공학과 박사과정
 관심분야 network performance, PCS 시스템의 성능 분석



전지희
 1977년 서울대학교 자원공학과에서 학사
 1979년 한국과학기술원 산업공학과에서 석사
 1986년 미국 University of California, Berkeley 산업공학과에서 공학박사
 현 재 포항공과대학교 산업공학과 부교수
 관심분야 stochastic process, 신뢰성 이론, 시뮬레이션, 통계적기법을 이용한 품질 예측



서재준
 1981년 서울대학교 산업공학과 학사
 1983년 서울대학교 산업공학과 석사
 1994년 포항공과대학교 산업공학과에서 공학박사
 현 재 대전산업대학교 산업공학과 조교수
 관심분야 정보통신 시스템의 설계 및 성능분석, 시뮬레이션, 신뢰성 이론